

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-137824

(43)Date of publication of application : 30.05.1995

(51)Int.Cl.

B65G 27/24

B06B 1/00

B06B 3/00

B65H 5/00

(21)Application number : 05-305783

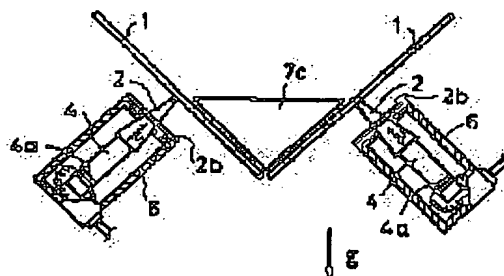
(71)Applicant : KAIJO CORP

(22)Date of filing : 11.11.1993

(72)Inventor : HASHIMOTO YOSHIKI  
TSUCHIKO RYOJI**(54) OBJECT FLOATING DEVICE, OBJECT CONVEYING DEVICE THEREWITH, AND METHOD OF FLOATING OBJECT****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To handle a relatively large and heavy object and provide size and cost reduction of an object floating device which floats an object in the air by forming a vibrating body out of at least one pair of vibrating elements which are disposed in such a manner as their vibrating surfaces may cross each other.

**CONSTITUTION:** This object float-conveying device, which is constituted as an object conveying device, is provided with a vibrating element 1 which is formed into a rectangular plate shape, to whose central part the tip of a horn 2 is linked. The horn 2 is linked with a vibrator 4 which generates ultrasonic vibration as a result of being excited by an oscillator, and amplifies vibration generated by the vibrator 4. A pair of such object floating devices are provided and disposed in such a manner as the vibrating surfaces of the vibrating elements may cross each other, roughly forming a V shape. With this constitution, an object 7c is floated at a distance from the respective vibrating elements 1 with the synthetic force of buoyancy which is generated by the radiation pressure of a sound wave radiated from the respective vibrating elements 1. It is thus possible to convey a relatively large and heavy object 7c.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 25.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.05.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (1P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許公開番号  
特開平7-137824

(43) 公開日 平成7年(1995)5月30日

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	特許請求の範囲
B 65 G 27/24				
B 06 B 1/00		7627-SH		
3/00		7627-S11		
B 65 H 5/00		L 7612-3F		

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 11 頁)

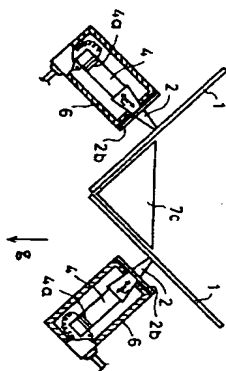
(21) 出願番号	特願平5-305783	(71) 出願人	000124959 株式会社カイジョー
(22) 出願日	平成5年(1993)11月11日	(72) 発明者	横本 芳樹 東京都羽村市栄町3丁目1番地の5
		(72) 発明者	イジョー内 土井 昌治 東京都羽村市栄町3-1-5 株式会社カイジョー内
		(74) 代理人	弁護士 羽切 正治

(54) 【発明の名称】 物体浮揚装置及び該装置を具備した物体搬送装置並びに物体浮揚方法

(57) 【要約】

【目的】 扱う物体の材質等の制約がないと同時に比較的大きな重量及び寸法の物体を取り換え、且つ、小形にしてコストが安く、しかも並行等の面からも好適であり、制動も容易な物体浮揚装置及び該装置を具備した物体搬送装置並びに物体浮揚方法を提案すること。

【構成】 略V字状を有するように配された少なくとも一對の振動体1を駆動し、振動体の放射圧により振動体の表面上において物体を浮揚させ、略V字形状の振動体内において物体を保持し、搬送するようにし、上記の効果を有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動体と、該振動体を駆動する超音波波源手段とを備え、振動体の音波の放射圧により該振動体の表面上において物体を浮揚させる物体浮揚装置であって、前記振動体は振動面が互いに交差するように配された少なくとも1組の振動体で構成されていることを特徴とする物体浮揚装置。

【請求項2】 前記振動体は幾何振動又は板振動を行うことを特徴とする請求項1記載の物体浮揚装置。

【請求項3】 前記振動体は平板状に形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載の物体浮揚装置。

【請求項4】 振動面が互いに交差するように配された少なくとも1組の振動体と、該振動体を駆動する超音波波源手段と、該振動体を走行させる走行手段とを備え、該振動体の音波の放射圧により該振動体の表面上において物体を浮揚させ、走行させることを特徴とする物体搬送装置。

【請求項5】 前記走行手段は、前記物体に対して気体を噴射する気体噴射手段を有することを特徴とする請求項4記載の物体搬送装置。

【請求項6】 前記走行手段は、前記物体に対して超音波を放射する超音波放射手段を有することを特徴とする請求項4又は請求項5のうちいずれか1記載の物体搬送装置。

【請求項7】 前記走行手段は、前記振動体より放射された超音波を前記物体に向けて放射する反射部材を有することを特徴とする請求項4乃至請求項6のうちいずれか1記載の物体搬送装置。

【請求項8】 前記走行手段は、前記超音波放射手段が有する超音波エネルギーを電気エネルギーに変換することにより該超音波を前記物体が移動すべき方向に進む進行波とするエネルギー変換手段を有することを特徴とする請求項4乃至請求項7のうちいずれか1記載の物体搬送装置。

【請求項9】 前記物体は該物体の走行方向側とその反対方向側とで重量配分が異なるようにし、前記振動体より放射されて該物体の下面に放射した放射波による推進力を以て該物体を走行させることを特徴とする請求項4乃至請求項8のうちいずれか1記載の物体搬送装置。

【請求項10】 前記物体の下面に凹部を形成し、前記振動体より放射されて該凹部に放射した放射波による推進力を以て該物体を走行させることを特徴とする請求項4乃至請求項9のうちいずれか1記載の物体搬送装置。

【請求項11】 物体の搬送路が連続するように複数台並設されたことを特徴とする請求項4乃至請求項10のうちいずれか1記載の物体搬送装置。

【請求項12】 振動体を互いに交差する方向から駆動し、該振動体の音波の放射圧により該振動体の表面上に

おいて物体を浮揚させることを特徴とする物体浮揚方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の目的】 本発明は物体を空中に浮揚させる物体浮揚装置及びその方法と、該装置を具備した物体搬送装置とに関する。

【0002】 従来の技術 従来、この種の装置として、下記の各方式のものがある。

【0003】 (1) コイルを流れる交流電流を用いて物体を磁気的に浮揚、搬送させる方式。

(2) 超音波バースナー効果を利用して浮揚、搬送させる方式。

(3) 川澤式気体の加圧気体を用いて浮揚、搬送させる方式。

【0004】

【発明の解決しようとする課題】 これら各装置のうち

(1) 及び (2) に記載したものにおいては、浮揚、搬送の対象とする物体が強磁気体や導電体に限られると共に、磁気を受ける条件下に置くことが難しく、物体に関しては適用できないという欠点がある。また、超音波バースナー効果を利用する装置においては、コイルを極低温まで冷却するために高価な冷却装置が必要であり、且つその冷却の期間などからもコストの増大を招来すると共に、冷却装置の安定性についても配慮しなければならぬ。しかも、長期安定した状態での浮揚させ、搬送するためには装置の構造を極めて大きくしなければならぬという問題がある。

【0005】 一方、上記 (3) に記載した方式の装置においては、物体の移動経路全面に加圧気体を供給する必要があり、このために大掛かりな加圧気体供給手段が設けられ、装置全体としての小型化を図ることが困難であると共に、供給気体の圧力を広範囲にわたって均一化するための制御が容易ではないという問題を有している。また、該装置においては、いわゆるクーラー・ヒーターなど、発熱系を冷却に用いなければならないという問題がある。上記加圧気体供給手段より噴出せられる気体の搬送を防ぐためにこれを吸回する手段が必要となり、装置の小型化を図る上で更なる障害となっている。従って、気体の回収を省くことは望ましいという問題もある。

【0006】 ところで、最近、図2に示す如き装置が開発されている。なおこの装置は、1983年10月3日に発行された「日本音響学会論文集」の第745頁及び第746頁において開示されている。

【0007】 すなわち、図2において、駆動手段101により駆動される段つき円形振動板102と、これに対応して配置された反射板103との間に定常波（四波せす）を生じさせ、発生源（発生源）からなる部104（長さ1.2mm、直径4mm）を複数、音場により浮

揚させている。なお、図21において、重力方向を矢印8で示している。この場合、各球104は空中超音波の波長の1/2間隔で静止し、その位置は音圧の谷であることが判明したとされている。また、音場可能な球の大きさは1/2波長以上がよく、その重さは音圧に共振するとされている。

【0008】しかしながら、このように定常波を用い、その節の位置に物体を静止させる構成の装置においては、現在、低コストとしての球104は極めて精密なものに限られ、電式の大きな物体を浮揚させるには振動板102の振動振幅を極めて大きくしなければならぬ。従って、振動板102やホーン101a(図21参照)の応力学的破壊に悩まれば、電卓物を長時間安定して浮揚させることは困難であり、実用化には遠いものと考えられる。また、かかる構成において、音波を集束させて強力音波にする方法を採用し、比較的重い物体でも浮揚可能にする方法も考えられるが、これでは振動板102の共振に比べ小さな面積に音波が作用することとなり、結果としてかかる物体しか扱うことができない。

【0009】そこで本発明は、上記従来技術の欠点に鑑み、なされたものであって、扱う物体の材質等の条件がないうち同時に比較的大きな重量及び寸法の物体を取り扱え、且つ、小型にしてコストが安く、しかも安全性等の面から好適であり、動静も容易な物体浮揚装置及び振動装置を具備した物体浮揚装置並びに物体浮揚方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による物体浮揚装置は、振動体と、該振動体を駆動する超音波駆動手段とを備え、該振動体の音波の放射面により該振動体の表面上において物体を浮揚させる物体浮揚装置であって、前記振動体は振動面が互いに交差するように配された少なくとも1組の振動体で構成されたものである。また、本発明に係る物体浮揚装置は、振動面が互いに交差するように配された少なくとも1組の振動体と、該振動体を駆動する超音波駆動手段と、該振動体を走行させる走行手段とを備え、該振動体の音波の放射面により該振動体の表面上において物体を浮揚させ、走行させるように構成したものである。更に、本発明に係る物体浮揚方法は、振動体を互いに交差する方向から駆動し、該振動体の音波の放射面により該振動体の表面上において物体を浮揚させるようにしたものである。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。  
【0012】図1乃至図3は、本発明の第1実施例としての物体浮揚装置を示すものである。

【0013】図1のように、当該物体浮揚装置は、矩形板状に形成された振動体1を有している。この振動体1は例えばその中心部にホーン2の先端に繋がる3(図2に図4)により接続されている。ただし、振動体1の形

状に関しては、平板状に限らず、その用途に応じて適宜可変である。また、ホーン2に対する振動体1の取付けについても、ロリ付けや溶接など、他の種々の手段を用いてよく、取付位置も可変である。なお、図1において、ホーン2による超音波振動の振動方向を矢印11で示す。このように、ホーン2は振動体1を行う。振動体1の長さ(図2参照)及び幅Bは、ホーン2から伝達される振動に基づき振動の共振長に定められ、図1に示す振動面Aのような振動面を有する。

【0014】図1に、本実施例の振動体1は、その長さLが4.34mm、幅Bが15.4mm、厚みt(図1に図示)が3mmとなされ、素材としてアルミニウムが用いられている。また、ホーン2については、約19.4kHzで振動され、先端には振動が3.24mm-D程度の振動がせられる。これらの設定により、振動体1の振動の節はその長さ方向において約5.4、2.5mm、幅方向においては約1.9、2.5mmの間隔で現れ、棒状の振動モードにて振動する。なお、振動体1の各々は、共振波数及びその振動並びに振動モードの形態については、適宜設定することができ、例えば長さLに関しては1000mm以上とすることが可能である。

【0015】図1に示すように、ホーン2は、振動体1に対する結合部と反対側において振動体4と結合されている。この振動体4の電極4aと発振器5とが接続されており、振動体4は発振器5によって駆動されて超音波振動を発生する。ホーン2は、この振動体4が受ける振動を機械的に増幅するものである。なお、ホーン2にはフレンジ部2bが形成されており、振動体4及びホーン2を内蔵するケース6に対して該フレンジ部2bがバッキング2cを介して接続されている。

【0016】上述したホーン2と、振動体4と、発振器5と、これらに関連する周辺の部材を、超音波駆動手段と総称する。

【0017】図2及び図3に示すように、搬送されるべき物体7の搬送経路に沿って搬送の音波放射部材8が配置されており、且つ、ケース6に取り付けられている。

【0018】次に、以上のような構成よりなる物体浮揚装置の作用について説明する。

【0019】まず、当該物体浮揚装置を含む物体浮揚装置としての作用について説明する。

【0020】まず、装置の動作に際し、図1に示すように、振動体1が収容水平面10に対して平行となるように装置の姿勢が調整される。この調整で給電がされ、発振器5により振動体4が駆動され、ホーン2が共振振動して該ホーン2を通じて振動体1が駆動される。振動体1が振動を行うことにより、該振動体1より音波(図示せず)が放射される。

【0021】上記のように振動体1が振動を開始した後、物体7を振動体1上に持ち来し、静かに力を加す。

但し、物体7は、振動体1の振動開始以前に下の振動体1上に配置しておいてもよい。

【0022】図4は図1における部分Eを拡大したものであるが、該図から明らかなように、振動体1より発せられる音波の放射面によって、物体7は該振動体1の表面から距離e1を隔てた状態で浮揚する。ここで、この距離e1は、未だ音波を発することなく静止した状態の振動体1の表面を0(ゼロ)とし、これを基準とした距離である。また、振動体1の面積が小さければ、振動体1は振動振幅をせずにホーン2より付与される振動振動そのものの振動モードで振動するが、この場合も物体7は同様に浮揚する。なお、超音波駆動手段への給電を断て振動体1よりの音波は直ちに停止し、物体7は振動体1に接触する。

【0023】図1乃至図4に示した物体7は、単に平板状で比較的軽微なものである。例えば板厚、共振距離等については金属製の薄板等を想定している。これらの物体は、本実施例で示した装置を試作し、低コストとして浮揚させてみたものであるが、この他、図5に示すような形態の物体7についても実験を行った。すなわち、平板状のキヤリヤ7aと、該キヤリヤ7a上に保持された重量物7bとからなるものである。図5において、この場合のキヤリヤ7aと振動体1との距離をe2として示している。なお、このようなキヤリヤ7aを必要とする重量物7bとしては、球形に近いものあるいは円筒状のものなど自体のみでは浮揚し得ない物体や、容器に収容された状態の液体又は液体等が挙げられる。但し、自体の底面が平坦であればキヤリヤ7aを外して該重量物7bのみにも浮揚する故、そのような重量物7bについては自体のみの浮揚実験も行った。他、種々の物体についても実験を行った。

【0024】上記の実験の結果、浮揚に用いる供試体の材質には何等制約されることがなく、どのような物体でも浮揚することが判明した。また、軽微なものから重いものに亘り制約なく実験を行ったが、軽微なものでは勿論浮揚し、重量物に関しては実験中最大のもので直徑が約140mm、重量が約3.26kgの金属製の物体が浮揚し、これから、振動体1よりの音波の放射面によって物体が受ける最大浮力を示すものと21.4g/cm<sup>2</sup>となった。よって、振動体1の表面積よりこの数値を乗算すると、仮に振動体1の全面に亘って延在するような物体であれば、その物体の重量が14.3kgでも浮揚可能となる。ただし、比較的軽微な物体を浮揚させる際は装置に加える振動系への入力電力は130Wで済んだが、上記のように重い物体を浮揚させる場合には160Wを要した。

【0025】また、前述したように、浮揚実験にはさまざまな材質の物体が供されたが、振動体1の表面と対向する底面の平面精度が高いものは、重量が小さくとも浮揚することが判明した。ただし、振動体1の表面の平

面精度が高いこと、また、装置全体の安定性が重要であることが確認された。

【0026】上述から明らかなように、本発明に係る装置においては、磁気体であるやがやなど、扱う物体の材質等の制約を受けることがなく、また、磁界中においてとがでさないうち、あらゆる物体を浮揚させる。後述のように搬送することができ、また、扱う物体の重量及び寸法が比較的大きくとも、浮揚させ、搬送することができものである。

【0027】更に、上述した物体浮揚装置を含む物体搬送装置の作用について説明する。この物体搬送装置は、前述した物体浮揚装置の構成に、浮揚した状態の物体7を走行させる走行手段を付加したものである。

【0028】この走行のための手段の一例として、図6に示すような構成を採用している。すなわち、振動体1の表面が収容水平面10に対して角度θ1だけ傾斜するようになされる。この傾斜θ1により、物体7に重力に基づく加速が生じ、走行する。但し、角度θ1については実験では1〜5°に設定された。かかる構成の場合、物体7を走行させるための駆動源を特に必要とせず、単に重力を傾けただけでよい。装置全体としての傾斜角度及び寸法の関係が異なり、異なる。なお、前述のように、超音波駆動手段への給電を断ては物体7は慣性で振動体1に接触し、摩擦抵抗により停止する。

【0029】ところで、上記のようにして物体7が搬送される際、下記の作用によって搬送路からの逸脱が防止される。

【0030】すなわち、図2及び図3に示すように、該搬送路の両端部にて音波放射部材8が配置されている。図3から明らかなように、これらの音波放射部材8は振動体1とは非接触の状態であり、図において矢印11で示すように振動体1の下面より放射される音波を放射しつつ上記搬送路の側方へと導く。搬送路の側方にはこのように導かれた音波が存在することとなるため、これが壁となり、物体7が搬送路から逸脱しようとするのを押し戻す作用をなす。よって物体7が搬送路から逸脱することがない。また、かかる構成によれば、物体7は音波放射部材8と接触することがない。但し、このような音波放射部材8を設けずとも、振動体1の縁からみ出そうとした物体7が、該振動体1自体が放射する音波の作用によって内側に引き込まれる作用があることが確認されている。

【0031】次に、上述のように重力を利用して物体7を走行させる形態では異なる走行手段を大きく離れた他の物体搬送装置について説明する。なお、これら、各物体搬送装置は、以下に説明する部分以外は図1乃至図3並びに図6に示した第1実施例としての物体搬送装置と同様に構成されているので、装置全体としての説明は重複する故に省略し、要部のみの説明に留める。また、以下の



以て物体7が浮揚したことを確認すること行われた。  
 【0059】上記までの説明は、供試体として種々の物体を選定し、試作した物体浮揚装置による浮揚実験をこれら各物体について行った結果に基づくものであるが、実用化の一環として、図20に示す構成を考えた。

【0060】この構成において搬送されるべき物体は、半導体（ICチップ）を製造する際の一次製品としてのシリコンウェハー40であり、該シリコンウェハー40を例えば並形振板に形成したキャリア41上に搭載させた状態で前述の物体搬送装置により浮揚させ、搬送することを行う。

【0061】図4から明らかなように、キャリア41には、略円形のシリコンウェハー40が挿通されるべき形状の凹部41aが設けられている。この凹部41aの内周面には例えば4つの突起41bが等間隔に形成されており、シリコンウェハー40の凹部41a内においてこれら突起41bは、配置されるようになされている。そして、キャリア41の両側面には、凹部41aに連通する切欠部41cが形成されている。この切欠部41cは、シリコンウェハー40を上記突起41b上に載置した状態において該切欠部41cの底面とシリコンウェハー40の下面との間に所定の隙間が生ずる程度の深さを有している。すなわち、図示しないロボットハンド等がこのシリコンウェハー40を凹部41a内に挿入したり取り出す際に、上記切欠部41cを通じてシリコンウェハー40を保持するようになされている。

【0062】なお、かかるキャリア41を使用せずに、直接シリコンウェハー40を搬送することも可能である。

【0063】また、本発明は、前述した各々の構成に限らず、これら各構成のいずれか2以上の構成をその一部ずつでも互いに組みあわせることなどにより、多岐に亘る構成を形成できることは勿論である。

【0064】また、前述の各実施例においては、振動体1の基材としてセラミックが使用されているが、他に、炭素繊維及びその合衆膜であるスチレン鋼や、チタン合金等、種々の材質が採用可能である。

【0065】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、磁性体であるやぐやなど、扱う物体の材質等の制約を受けることなく、また、磁界中におくことができないもの等、あらゆる物体を浮揚させ、搬送することができ、しかも、物体の重量及び手が比較的大きくとも対応可能であるという効果がある。また、装置に関しては、実質的に、振動体とこれを駆動する超音波駆動手段のみを最小限に留めておくだけでよいから、小型化及びコストの低減が達成されるという効果が得られると共に、消費電力も極めて少なく済み、省エネルギー化に寄与するものである。更に、電圧エネルギーを変換した音波の放射圧による浮揚利用であるため、作業者の安全性についても特

易に確保し得ると共に、給電及びその断をなすことにより簡単に制御できる利点を有する。そして、用いに応じて振動体の形状を適宜変更し得、また、物体を長距離搬送するためには装置を並べればよいなど、その利用度が非常に大きく、且つ汎用性に優れている。更に、本発明では、少なくとも1組の振動体の振動面が互いに交差するように配置されるため、振動体表面上の物体を安定して保持することができ、従って、この浮揚装置を用いた搬送装置では、格別搬送ガイドを用いずとも搬送路からの脱落を防止できる。

【面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の実施例としての物体搬送装置の、一部断面を含む正面図である。

【図2】図2は、図1に示した物体搬送装置の上面図である。

【図3】図3は、図1に関するD-D矢視図である。

【図4】図4は、図1における部分Eの拡大図である。

【図5】図5は、図1乃至図3に示した物体搬送装置によって搬送されるべき物体の他の構成を示す図である。

【図6】図6は、図1乃至図3に示した物体搬送装置の動作説明図である。

【図7】図7は、本発明の他の物体搬送装置の要部の正面図である。

【図8】図8は、本発明の更に他の物体搬送装置の要部の正面図である。

【図9】図9は、本発明の更に他の物体搬送装置の要部の正面図である。

【図10】図10は、本発明の更に他の物体搬送装置の、一部断面を含む正面図である。

【図11】図11は、本発明の更に他の物体搬送装置の要部の正面図である。

【図12】図12は、本発明の更に他の物体搬送装置の要部の正面図である。

【図13】図13は、図12における部分Fの拡大図である。

【図14】図14は、図1乃至図13に示した各実施例の物体搬送装置に関し、その一部の変形例を示す断面図である。

【図15】図15は、物体搬送装置を複数台並べた状態を示す、一部断面を含む正面図である。

【図16】図16は、本発明の物体浮揚装置の要部の断面図である。

【図17】図17は、図16の物体浮揚装置の変形例を示す要部斜視図である。

【図18】図18は、図16の物体浮揚装置に用いられる浮揚物体例を示す斜視図である。

【図19】図19は、本発明に係る物体浮揚装置の要部と基装置に関する測定を行う測定装置の構成を示す正面図である。

【図20】図20は、図1乃至図13に示した各実施例

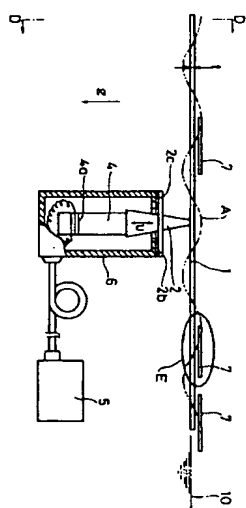
の物体搬送装置により搬送されるべきシリコンウェハーと、該シリコンウェハーを搭載するキャリアの斜視図である。

【図21】図21は、従来の物体浮揚装置の構成を示す正面図である。

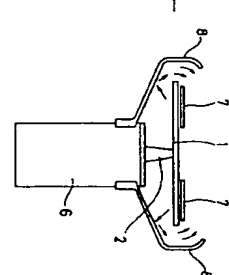
【符号の説明】

- |   |     |    |           |
|---|-----|----|-----------|
| 1 | 振動体 | 8  | 音波反射部材    |
| 2 | ホーン | 10 | 収束水平面     |
| 4 | 振動子 | 20 | 超音波放射器    |
| 5 | 発振器 | 25 | 反射部材      |
| 6 | ケース | 30 | 超音波駆動手段   |
| 7 | 物体  | 31 | エネルギー変換手段 |
|   |     | 35 | 送電部材      |
|   |     | 37 | レーザ変位計    |
|   |     | 38 | オシロスコープ   |
|   |     | 39 | 変位計本体     |
|   |     | 40 | シリコンウェハー  |
|   |     | 41 | キャリア      |

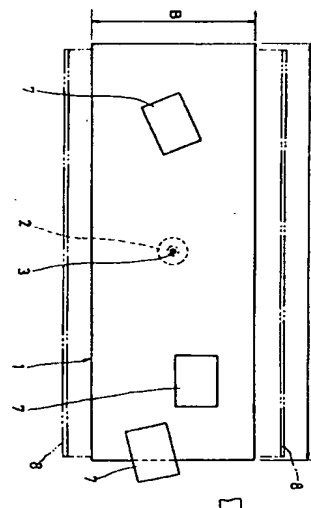
【図1】



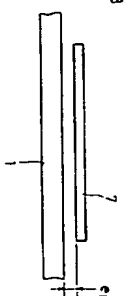
【図3】



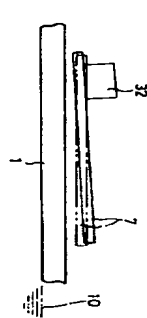
【図2】



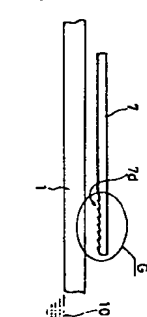
【図4】



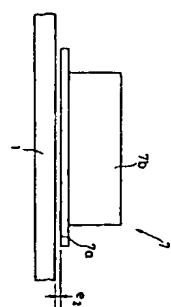
【図15】



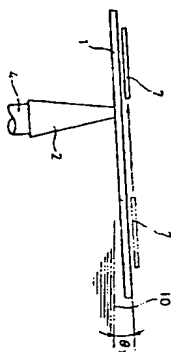
【図12】



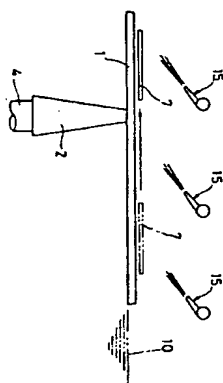
[図 5]



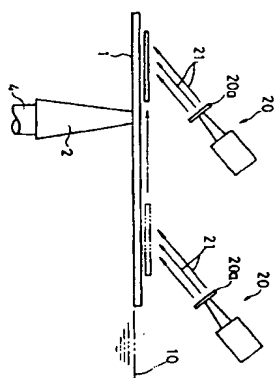
[図 6]



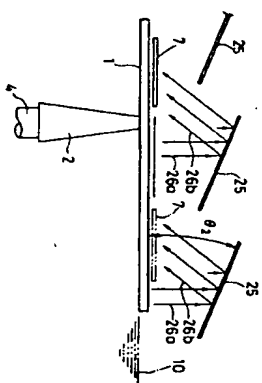
[図 7]



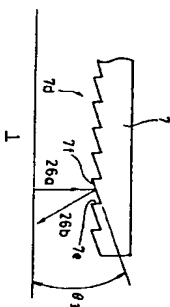
[図 8]



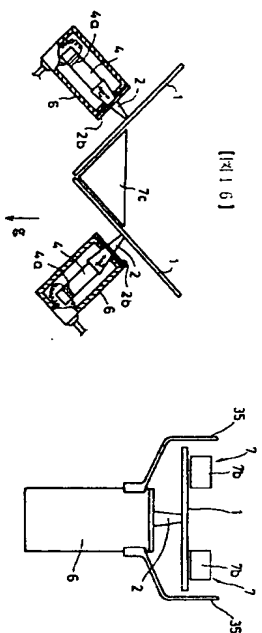
[図 9]



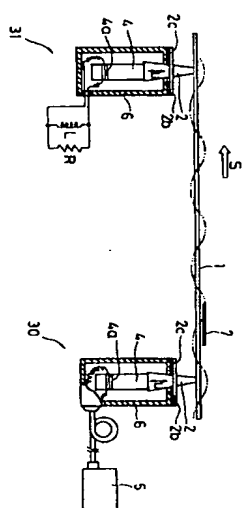
[図 10]



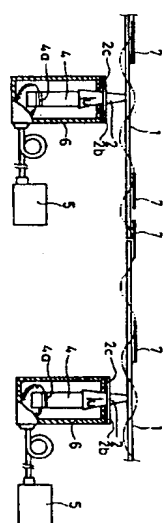
[図 11]



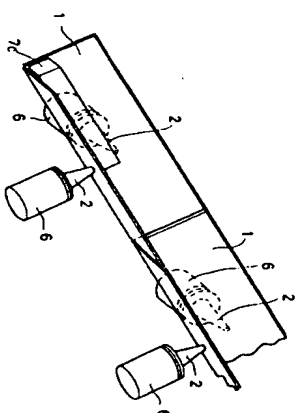
[図 12]



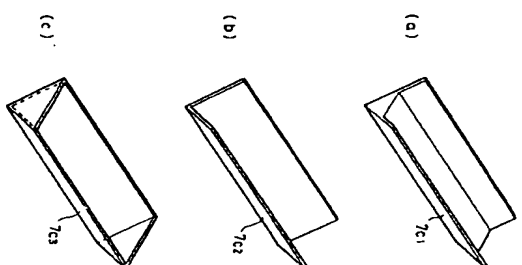
[図 13]



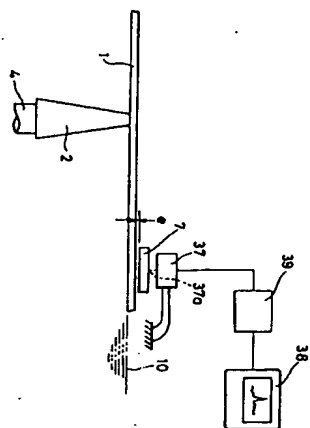
[図 14]



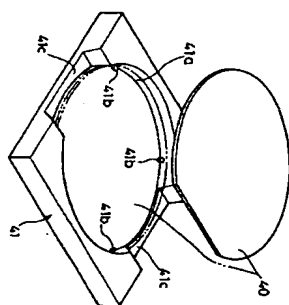
[図 15]



【図 19】



【図 20】



【図 21】

